



وزارت نیرو

کمیته ملی سد های بزرگ ایران

هیدرولیک رسوب مخازن

تألیف:

دکتر یوسف حسن زاده

سرشناسه: حسن‌زاده، یوسف، ۱۳۲۶ -

عنوان و نام پدیدآور: هیدرولیک رسوب مخازن/تالیف یوسف حسن‌زاده.

مشخصات نشر: تهران: کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، ۱۳۸۹.

مشخصات ظاهری: ۱۸۵ص:، مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۶۰-۳۶-۰

وضعیت فهرست‌رسانی: بیا

موضوع: مخزن‌های آب -- رسوبگذاری

موضوع: هیدرولیک

شناسه افزوده: ایران. کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

رده بندی کنگره: ۶۲۳/۶۰۵۹۱۳۸۹

رده بندی دیویی: ۶۲۷/۸۶۰۹۷۳

شماره کتابشناسی ملی: ۲۱۴۱۰۴۴

نام کتاب: هیدرولیک رسوب مخازن

تالیف: دکتر یوسف حسن‌زاده

ناشر: وزارت نیرو -- کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

نوبت چاپ: چاپ اول

سال انتشار: ۱۳۸۹

شماره انتشار: ۸۹

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۶۰-۳۶-۰

قیمت: ۴۰۰۰۰ ریال

نشانی ناشر: تهران-خ وحید دستگردی (ظفر شرقی)-خ شهید کارگزار-کوچه شهرساز-پلاک ۱

کمیته ملی سدهای بزرگ ایران-تلفن: ۲۲۲۲۵۷۵۶-نمابر: ۲۲۲۵۷۳۳۸

حق چاپ برای کمیته ملی سدهای بزرگ ایران محفوظ است.

سرزمین پهناور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک قرار گرفته و توزیع ناموزون جریان‌های سطحی محدودیت‌های عمده‌ای را در امر استفاده از آب این عنصر حیاتی به وجود آورده است.

به علاوه قسمت اعظم این جریان‌ها قبل از این که مورد استفاده قرار گیرند، از دسترس خارج شده و به سوی دریا سرازیر می‌گردند. از آنجایی که تأمین آب همواره نیاز اساسی بشر برای استفاده‌های کشاورزی، صنعتی و آب شرب شهرها بوده است، لذا مهار سیلاب‌ها و آب‌های جاری از طریق احداث سد، از کارهای اساسی و زیربنایی محسوب و برای نیل به خودکفایی اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

این نیاز از دیرباز در کشورمان مورد توجه بوده و آثار بی‌شماری از سدهای قدیمی با قدمت چند هزار ساله در گوشه و کنار این سرزمین، گواه بارزی بر این مدعا است و آثاری که در این زمینه به دست آمده است، نشان می‌دهد که پیشینیان و نیاکان ما از قرن‌ها پیش با دانش و فن سدسازی آشنایی کامل داشته و با احداث تأسیسات آبی مختلف و انواع سدها که پس از گذشت صدها سال هنوز استوار و پایدار باقی مانده‌اند، تحسین و اعجاب متخصصان و صاحب نظران بین‌المللی را در عصر حاضر برانگیخته‌اند.

با پیروزی انقلاب اسلامی، صنعت سدسازی در کشور ما وارد مرحله جدیدی گردیده و وزارت نیرو، نیل به خودکفایی در این زمینه را هدف اصلی و متعالی خود قرار داد.

خوشبختانه پس از گذشته نزدیک به سه دهه هم اکنون صنعت سدسازی به مرحله‌ای از رشد وارد شده است که بیشتر مراحل مطالعات، طراحی، نظارت، ساخت، مدیریت بهره‌برداری از سدها که زمانی در انحصار کارشناسان خارجی و مستلزم تحمل هزینه‌های گزاف ارزی بوده است، به دست توانای مهندسان ایرانی صورت می‌گیرد.

انتشار بولتن‌های سدسازی که حاوی نتایج تحقیقات و کار متخصصان و کارشناسان علوم و فنون سدسازی و همچنین حاوی نتایج مطالعات روی مسایل ویژه طرح آبی می‌باشد، می‌تواند نقش مهم و سازنده‌ای در استفاده از نوآوری‌های فن سدسازی داشته باشد و بدیهی است که همکاری متخصصان و کارشناسان این فن نیز به نوبه خود، در تداوم، تکامل و غنای این گونه کتاب‌ها تأثیر به‌سزا داشته و کمیته ملی سدهای بزرگ ایران را در انجام رسالت خود یاری و مساعدت خواهد نمود.

کتاب حاضر که به همت کمیته ملی سدهای بزرگ ایران در اختیار علاقمندان صنعت آب کشور قرار می‌گیرد، ثمره تالیف آقای دکتر یوسف حسن زاده از اعضای کمیته تخصصی هیدرولیک در سدها می‌باشد که می‌تواند برای مهندسان، کارشناسان و دست اندرکاران این رشته سودمند واقع شود.

جا دارد از مساعی کمیته ملی سدهای بزرگ ایران که در تهیه مجموعه حاضر تلاش نمودند، قدردانی کرد و موفقیت این کمیته ملی را در انجام خدمات علمی و فنی از درگاه ایزدمنان مسئلت نماید.

محمدرضا عطارزاده

معاون وزیر نیرو در امور آب و آبفا و

قائم مقام رئیس شورای عالی کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

مقدمه.....	۷
فصل اول.....	۱۱
خصوصیات فیزیکی آب و رسوب.....	۱۱
۱-۱- کلیات.....	۱۱
۲-۱- تعاریف و اصطلاحات.....	۱۱
۱-۲-۱- جرم مخصوص.....	۱۲
۲-۲-۱- وزن مخصوص.....	۱۲
۳-۲-۱- چگالی.....	۱۲
۴-۲-۱- لزوجت.....	۱۳
۵-۲-۱- اندازه ذرات رسوب.....	۱۴
۶-۲-۱- تخلخل.....	۱۶
۷-۲-۱- زاویه ایستایی.....	۱۶
۸-۲-۱- سرعت سقوط.....	۱۷
فصل دوم.....	۲۵
آستانه حرکت ذرات رسوب.....	۲۵
۱-۲- کلیات.....	۲۵
۲-۲- معیار سرعت متوسط جریان بحرانی.....	۲۶
۱-۲-۲- بررسی تئوری سرعت بحرانی.....	۲۶
۲-۲-۲- بررسی تجربی سرعت بحرانی.....	۲۸
۳-۲- معیار تنش برشی بحرانی.....	۳۴
۱-۳-۲- بررسی تئوری تنش برشی.....	۳۴

۳۵	۲-۳-۲- بررسی تجربی تنش برشی بحرانی
۴۱	فصل سوم
۴۱	مقاومت در مقابل جریان و شکل‌های بستر
۴۱	۱-۳- کلیات
۴۵	۲-۳- مشخصه‌های شکل‌های بستر
۴۹	۳-۳- شرایط بروز پدیده‌ها
۵۷	۴-۳- تجزیه و تحلیل و تفسیر نتایج
۶۱	۵-۳- تحلیل نظری شکل‌های بستر
۶۴	۶-۳- مقاومت در مقابل جریان با بستر متحرک
۶۵	۱-۶-۳- زبری‌های ناشی از ذرات رسوبی و شکل بستر
۶۶	۲-۶-۳- نیروی کششی سطح و نیروی کششی شکل بستر
۶۷	۳-۶-۳- روش انیشتین
۷۰	۷-۳- مقاومت جدار صلب در برابر جریان
۷۰	۱-۷-۳- توزیع سرعت
۷۷	فصل چهارم
۷۷	انتقال بار بستر
۷۷	۱-۴- کلیات
۷۸	۲-۴- فرمول دوبوی
۸۰	۳-۴- فرمول شیلدز
۸۲	۴-۴- فرمول کالینسکی
۸۳	۵-۴- فرمول شوکلیچ
۸۴	۶-۴- فرمول میبر - پیتر
۸۶	۷-۴- فرمول میبر - پیتر و مولر
۸۸	۸-۴- فرمول انیشتین

- ۹-۴- فرمول انیشتین - براون ۹۰
- ۱۰-۴- فرمول کودریاچو ۹۱
- ۱۱-۴- فرمول بون فی ۹۲
- ۱۲-۴- فرمول حسن زاده ۹۳
- فصل پنجم ۹۷
- انتقال بار معلق ۹۷
- ۱-۵- کلیات ۹۷
- ۲-۵- توزیع عمودی غلظت در یک جریان متلاطم دو فازه ۹۸
- ۳-۵- مطالعه تجربی توزیع عمودی غلظت در یک مدل فیزیکی ۱۰۷
- ۴-۵- مقایسه روابط نظری با نتایج تجربی ۱۰۹
- فصل ششم ۱۱۵
- رسوبگذاری در مخازن ۱۱۵
- ۱-۶- کلیات ۱۱۵
- ۲-۶- ضرورت بررسی پدیده ۱۱۵
- ۳-۶- مکانیسم توزیع رسوبات در داخل مخازن ۱۲۱
- ۴-۶- جریان‌های غلیظ ۱۳۶
- ۵-۶- راندامان تله اندازی ۱۴۵
- ۶-۶- مدل ریاضی رسوبگذاری در مخازن ۱۵۸
- ۱-۶-۶- معادله پیوستگی جریان برای فاز مایع ۱۵۸
- ۲-۶-۶- معادله دینامیکی برای جریان مایع ۱۵۸
- ۳-۶-۶- معادله پیوستگی برای فاز جامد ۱۵۸
- ۴-۶-۶- فرمولهای محاسبه دبی جامد ۱۶۱
- ۵-۶-۶- روشهای حل عددی و تجزیه و تحلیل داده‌ها ۱۶۱
- ۷-۶- روش‌های جلوگیری از رسوبگذاری در مخازن سدها ۱۷۲

۱۷۳.....۱-۷-۶- روش‌های پیشگیری از فرسایش

۱۷۴.....۲-۷-۶- روش رسوبشویی مخازن

۱۷۸.....مراجع

www.ketab.ir

مقدمه

سد سازی از دیر باز فنی شناخته شده بود و انسان همواره با کمک آن سعی در کنترل و بهره‌برداری از منابع آبیهای سطحی داشته است. با گذشت زمان و با رشد سریع جمعیت، نیاز بشر به این منابع برای تامین نیازهای مصرفی، بهداشتی، زراعی و صنعتی افزایش یافته است و به تبع آن احداث سدهای بزرگ ذخیره‌ای از نظر کمی و کیفی نیز برای ذخیره و کنترل جریانهای سطحی روز بروز روند صعودی بخود گرفته است. ولی معضل رسوبگذاری همواره به عنوان عاملی مهم در کاهش عمر مفید مخازن مطرح بوده و سدهای مخزنی متعددی به دلیل پدیده رسوبگذاری از حیز انتفاع ساقط شده‌اند.

بدلیل اهمیت پدیده فرسایش و انتقال رسوب در سد سازی و مهندسی رودخانه. این مساله قرن‌هاست که توجه بسیاری از متخصصان هیدرولیک را بخود جلب کرده و مطالعات فراوانی توسط دانشمندان علم هیدرولیک و متخصصین مورفولوژی رودخانه‌ها به منظور حفظ تعادل رسوب و نگهداری دراز مدت حجم ذخیره مخازن انجام پذیرفته است که در اغلب این مطالعات اهداف ذیل به مدیریت پایای مخازن از طریق کمینه کردن خسارات ناشی از پدیده‌های رسوبگذاری در مخازن و بیشینه کردن عمر مفید آنها تعقیب می‌شده است. اهمیت مساله مدیریت پایای مخازن ایجاب می‌نماید که حجم ذخیره مفید مخازن که از طریق انباشت رسوبات از بین می‌رود، با اعمال روشهای مناسب رسوبزدایی حفظ و باز یافت گردد. بنابراین اعمال روشهای مدیریتی یکپارچه از طریق لحاظ کردن کلیه جوانب و به کار بردن استراتژیهای متناسب با شرایط حاکم بر منطقه مورد نظر در جهت حل مشکل رسوبگذاری مخازن از اهمیت خاصی برخوردار است.

در این کتاب ضمن بیان پدیده‌های فرسایش، انتقال و ته نشینی مواد رسوبی، مکانیسم رسوبگذاری در مخازن با اتکاء به تحلیل‌های نظری، روشهای تجربی و ترکیبی از روشهای نظری و تجربی تشریح شده است.

این کتاب که مطالب آن پوشش جامعی از مکانیک انتقال رسوب و هیدرولیک رسوب در مخازن سدهای ذخیره‌ای را تشکیل می‌دهد برای استفاده دانشجویان، کارشناسان و مهندسان رشته‌های مختلف مهندسی عمران و آب در شش فصل تدوین شده است.

در فصل اول خصوصیات فیزیکی آب و رسوب که اطلاعات پایه لازم برای محاسبات انتقال رسوب محسوب می‌شود، ارائه شده است.

در فصل دوم ضمن توصیف آسایش حرکت ذرات رسوب، معیارهای آغاز حرکت با لحاظ کردن روشهای سرعت متوسط جریان و تنش برشی بحرانی از دیدگاه نظری و تجربی تبیین و تشریح شده است.

فصل سوم به بیان مقاومت در مقابل جریان و شکلهای بستر، شرایط ظهور پدیده‌ها و تجزیه و تحلیل و تفسیر نتایج از دیدگاه نظری و تجربی اختصاص یافته است.

با عنایت به اهمیت و نقش فرمولهای انتقال بار بستر در برآورد مقدار دبی جامد ورودی به مخزن و مکانیسم توزیع آن در داخل مخزن، فصل چهارم به تشریح انتقال بار بستر اختصاص داده شده است.

یکی از مباحث مهم که در تشکیل جریانهای غلیظ نقش اساسی بازی می‌کند عبارت از بار معلق است که در فصل پنجم از دیدگاه نظری و تجربی به تفصیل بیان شده است.

در فصل ششم رسوبگذاری در مخازن، مکانیسم تشکیل دلتا و جریانهای غلیظ، نحوه توزیع رسوبات در داخل مخازن و ضریب تله اندازی مورد بحث قرار گرفته است.

در اینجا بر خود لازم می‌دانم که از آقای دکتر محمودرضا میوه چی دبیر کل محترم کمیته ملی سدهای بزرگ ایران و آقای دکتر چنگیز فولادی رئیس محترم کمیته فنی هیدرولیک در سدها که امکان تهیه این کتاب را برای اینجانب فراهم کردند، کمال تقدیر و تشکر را داشته باشم.

یوسف حسن زاده

استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز

و عضو کمیته ملی سدهای بزرگ ایران